Aus dem Zahnärztlichen Institut der Universität Basel
Kronen- und Brückenabteilung (Vorsteher: Prof. Dr. A. Egli)

Periodontometrische Untersuchungen über die Immobilisierungsmöglichkeit gelockerter Zähne

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde der Zahnheilkunde
der Medizinischen Fakultät der Universität Basel

vorgelegt von

JACQUES ROTZLER
von Basel

1958

Zürich 1958
Buchdruckerei Berichthaus Zürich

Von der Medizinischen Fakultät Basel genehmigt
auf Antrag von Professor Dr. med. dent. A. Egli
Promotion: 23. Dezember 1958

Aus dem Zahnärztlichen Institut der Universität Basel
Kronen- und Brückenabteilung (Vorsteher: Prof. Dr. A. Egli)

Periodontometrische Untersuchungen über die Immobilisierungsmöglichkeit gelockerter Zähne

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde der Zahnheilkunde
der Medizinischen Fakultät der Universität Basel

vorgelegt von

JACQUES ROTZLER
von Basel



Zürich 1959
Buchdruckerei Berichthaus Zürich

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546715_0051

Periodontometrische Untersuchungen über die Immobilisierungsmöglichkeit gelockerter Zähne

Von Jacques Rotzler

I. Einleitung

Das Lockerwerden der Zähne ist ein Übel, von dem die Menschheit schon in ältesten Zeiten befallen wurde. Da unter der zunehmenden Zahnbeweglichkeit die Kau- und Sprechfunktion sowie das gute Aussehen leiden, was eine Beeinträchtigung wesentlicher Funktionen und eine Herabsetzung des natürlichen Lebensgefühles bedeutet, bemühten sich bereits die alten Ägypter im 4. Jahrtausend v. Chr. darum, ihre Zähne vor dem Ausfallen zu bewahren[13]. Dies belegt eine aus jener Zeit stammende Mumie, an der zwei Molaren durch einen Golddraht miteinander verbunden sind. Assyrier, Phönizier, Griechen und Römer schienten ihre Zähne mit Ringen, wie ein im Musée du Louvre ausgestelltes Unterkieferstück mit phönizischen Metallbändern beweist. Hippokrates (460–377 v. Chr.) befasste sich mit den Ursachen der Zahnlockerung, ebenso Celsus (1. Jh. n. Chr.) und Galen (2. Jh. n. Chr.). Alle drei gaben interne Massnahmen zur Heilung an. Ambroise Paré (1517–1590) machte als erster mechanische äussere und allgemeine innere Ursachen gemeinsam für die Zahnlockerung verantwortlich. Fauchard sprach 1746 von einer Art Skorbut. Der Begriff Maladie de Fauchard wurde erst im 19. Jahrhundert von der Bezeichnung Alveolarpyorrhöe abgelöst. Die eigentlichen Forschungen auf dem Gebiete der Zahnbetterkrankungen indessen setzten zu Beginn des 20. Jahrhunderts und hauptsächlich nach dem Ersten Weltkrieg ein. Eine grosse Zahl von Forschern befasste sich in der Folge mit der parodontalen Erkrankung, die heute eine führende Stellung unter den Erkrankungen des Zahn-, Mund- und Kieferbereiches einnimmt. Hier seien nur die Namen einzelner von ihnen genannt: Euler, Gottlieb, Harndt, Häupl, Held, Mathis, Orban, Parma, Siegmund, Wannenmacher, Weski. Weski schuf die Begriffe Organon dentale und Paradentium und brachte so die «Alveolarpyorrhöe» zum Verschwinden, indem nämlich die FDI 1931 in Paris beschloss, die Erkrankungen des Weskischen Paradentiums Paradentose zu nennen. Seit 1931 versuchte man beinahe jedes Jahr, mit einer neuen Nomenklatur Ordnung in die Begriffsverwirrung zu bringen. Schliesslich einigte man sich 1951 in der internationalen Arbeitsgemeinschaft für Paradentoseforschung (Arpa Internationale) auf folgende Einteilung:

Parodontopathien:

1. Parodontopathia inflammata
   a) Parodontopathia inflammata superficialis (Gingivitis)
   b) Parodontopathia inflammata profunda (Parodontitis)
2. Parodontopathia dystrophica (Parodontosis)
3. Parodontopathia mixta
   a) Parodontitis dystrophicans s. parodontotica
   b) Parodontosis inflammatoria s. parodontitica
4. Parodontopathia neoplastica (Parodontoma)

Im Verlaufe der meisten dieser Krankheitsformen tritt eine Zahnlockerung oder gar -wanderung auf. So bei der Parodontopathia inflammata profunda, bei einzelnen Formen der Parodontopathia dystrophica und bei der Parodontopathia mixta. Damit ordnet sich die Zahnlockerung, die früher allein im Vordergrund stand, heute den Erkrankungen des Zahnhalteapparates unter.

So zahlreich die Arbeiten über Pathogenese, Ätiologie und Therapie der parodontalen Erkrankungen sind, so mannigfaltig sind auch die verschiedenen Ansichten. Dies deutet darauf hin, dass noch keine völlige Klarheit über das Wesen der Erkrankung herrscht. Als erwiesen gilt, dass die Immobilisierung der Zähne oftmals allein eine wesentliche Besserung im Zustand der erkrankten Gewebe herbeiführt, wodurch die ehemals symptomatisch angewandte Therapie der mechanischen Verfestigung zur kausalen Therapie geworden ist.

In dieser Arbeit sollen nun immobilisierende Massnahmen anhand von Messungen auf ihre Zweckmässigkeit untersucht werden. Für den beinahe unübersehbaren allgemeinen Fragenkomplex der Parodontologie aber sei auf die Lehrbücher von FISH[15], MATHIS[40], HARNDT[20] und FISCHER[14] sowie auf andere Veröffentlichungen verwiesen[23, 36, 87, 64, 73, 2, 50, 66, 33, 85].

II. Die Zahnbeweglichkeit

Das Periodontium hält den Zahn im Kiefer fest und leitet alle mechanischen Einwirkungen, welche die funktionelle Zahnkrone treffen, auf den Knochen weiter[18]. Befindet es sich in gesundem Zustand, vermag es also die von aussen einwirkenden Kräfte weiterzugeben, ohne Schaden zu nehmen, so besteht ein biostatisches Gleichgewicht, ein Gleichgewicht also zwischen den Funktionskräften und den Reaktionskräften, wie REICHBORN-KJENNERUD[70] die beiden sich gegenüberstehenden «äusseren»

und «inneren» Kräfte bezeichnet. Dieses Gleichgewicht kann entweder durch Änderung der Funktionskräfte oder durch Änderung der periodontalen Reaktionskraft gestört werden[80, 90, 31, 24, 45, 21].

Die Funktionskräfte – hauptsächlich aus den Kräften der Kaumuskulatur sowie der Lippen-, Wangen-, Zungenmuskeln, aus pathologischen proliferativen Veränderungen und aus einzelnen Sonderkomponenten wie z. B. dem Luftdruck bei Blasmusikern bestehend – können schädigend wirken durch Änderung der Dauer ihrer Einwirkung, durch Änderung ihrer Grösse (Hypo-, Hyperfunktion), ihrer Richtung (Grösserwerden der horizontalen Kraftkomponente) und ihres Angriffspunktes (inzisales Angreifen). Als Ursachen kommen dabei in Frage: Kiefer- und Zahnanomalien, Verlust von Zahn- und Kiefergewebe durch Krankheit oder Trauma, ungünstiges Kaugut, fehlerhafte zahnärztliche Arbeiten, besondere Gewohnheiten (Pfeifenrauchen, Zungenpressen, Knirschen[42, 67, 68, 91, 63].)

Für die Veränderungen der periodontalen Reaktionskraft, die eine Gleichgewichtsstörung zur Folge haben, werden sehr viele Ursachen verantwortlich gemacht, die nicht alle als sicher erwiesen angesehen werden können[65, 48, 41]. Immerhin scheint festzustehen, dass Vererbung, Konstitution, Involution, Ernährung, Drüsenfunktion, Krankheiten, lokale Blutzirkulation und Stoffwechsel die angeborene oder erworbene Organdisposition ausmachen[26, 34]. Von dieser hängt es auch ab, ob ausser den funktionellen Kräften primär noch andere exogene Faktoren den Zustand des Parodontiums zu verändern imstande sind[71]. So können Bakterien und mechanische Reizungen das Periodontium derart schädigen, dass die normale Funktionskraft sekundär zur übersteigerten wird und nun ihrerseits das Gleichgewicht weiterstört, was zu einem Circulus vitiosus führt, der – wird ihm nicht Einhalt geboten – mit dem Zahnverlust endet.

Eine Störung des biostatischen Gleichgewichtes hat qualitative und quantitative Veränderungen des Periodonts zur Folge, die für die Lockerung der Zähne verantwortlich sind. Besonders schwer wiegt der Gewebsverlust, der nicht mehr durch Gewebsneubildung wettgemacht werden kann, da es bei den Parodontopathien mit Zahnbettschwund keine Heilung im Sinne einer Restitutio ad integrum gibt. Dadurch bleibt der besonders ungünstig wirkende, verlängerte extraalveoläre Hebelarm bestehen[21, 1, 22, 9, 44].

Die Syndesmose Zahn–Alveole erlaubt physiologischerweise dem Zahn folgende in allen drei Ebenen des Raumes liegende Bewegungen: die vestibulo-orale, die mesio-distale und die vertikale. Dazu kommt eine

Drehmöglichkeit um die Zahn-Längsachse. Die Zahnbewegungen gehen sozusagen immer in mehreren Richtungen gekoppelt vor sich. Für die Diagnose und die Therapie spielt die Bestimmung der Bewegung in vestibulo-oraler Richtung die grösste Rolle. Zähne nämlich, die bereits in sichtbarem Masse in vertikaler Richtung beweglich sind oder die gedreht werden können, weisen so starke periodontale Veränderungen auf, dass ihr Verlust unmittelbar bevorsteht. Die mesio-distale Bewegung aber wird, falls Kontaktzähne da sind, von diesen aufgefangen. Die Achsen aller Bewegungsrichtungen eines Zahnes schneiden sich im sog. Drehpunkt, wobei die Bezeichnung Punkt nicht der mathematischen Definition entspricht. Der Drehpunkt liegt beim gesunden Zahn unterhalb der Mitte der anatomischen Wurzel, aber noch in deren mittlerem Drittel. Wie MÜHLEMANN nachgewiesen hat, wandert der Drehpunkt mit der Bewegung des Zahnes und mit dem Zustand des Periodonts[57].

Die Grösse der physiologischen Zahnbeweglichkeit in vestibulo-oraler Richtung beträgt total bis zu $^{30}/_{100}$ mm. Beim Jugendlichen ist die Beweglichkeit grösser als beim Erwachsenen, beim funktionslosen Zahn grösser als beim funktionierenden. Die physiologische Zahnbeweglichkeit unterliegt periodischen Schwankungen, die vermutlich durch das endokrine System verursacht werden. So ist der Zahn am Morgen beweglicher als am Abend[62]. MÜHLEMANN teilt den Bewegungsablauf in drei Phasen ein[47, 54]. Er unterscheidet:

1. die initiale Phase, in der die periodontalen Fasern durch eine horizontale Krafteinwirkung von 0–100 g gestreckt werden;
2. die sekundäre Phase, bedingt durch eine elastische Deformation des übrigen Periodonts, inklusive der Alveolencorticalis bei einer Krafteinwirkung von 100–1500 g;
3. die terminale Phase, bei einer Krafteinwirkung von über 1500 g auftretend und bewirkt durch elastische Deformation des ganzen Alveolarfortsatzes.

Eine totale Zahnbeweglichkeit, die $^{30}/_{100}$ mm übersteigt, ist pathologisch. Die Ursachen, die dazu führen, sind auf die erwähnte Störung des biostatischen Gleichgewichtes zurückzuführen, welche zu qualitativen und quantitativen Veränderungen des Periodontiums führt[55, 56, 25, 60]. Die intraalveoläre Wurzellänge soll nach MÜHLEMANN zu 33%, der qualitative Zustand des Zahnhalteapparates zu 67% an der pathologischen Zahnbeweglichkeit schuld sein[58].

Die prothetisch-therapeutische Behandlung der Parodontopathien ist deshalb von so grosser Bedeutung, weil ein durch parodontale Erkrankungen gestörtes biostatisches Gleichgewicht sehr oft nicht wiederherzustellen ist, so dass nur noch technische Massnahmen eine Gesundung des Periodonts herbeiführen und damit die Zähne retten können (VEST[82]). Dies gilt besonders für die durch endogene Faktoren hervorgerufenen Zahnbetterkrankungen (Parodontopathia dystrophica, Parodontopathia mixta). Mit dem Ersatz des verlorengegangenen biostatischen Gleichgewichtes durch ein technisches Gleichgewicht wird die Kaufunktion wiederhergestellt. Gleichzeitig damit werden auch die Störungen in der phonetischen und der physiognomischen Funktion behoben. Ein technisches Gleichgewicht wird durch Immobilisierung und die damit verbundene Entlastung der gelockerten Zähne erreicht[3,76,5,77,37,8,27,70,80,11]. Unter der Immobilisierung verstehen wir die Ausschaltung sämtlicher Bewegungsmöglichkeiten des Zahnes, die einer periodontalen Gesundung besonders im Wege stehen. Durch die Entlastung werden die auf den einzelnen Zahn hyperfunktionell wirkenden Kräfte auf mehrere Zähne verteilt. Zähne, die in vertikaler Richtung beweglich sind sowie solche, deren Wurzeln zu weniger als einem Drittel im Knochen stecken, sollen nicht mehr in die prothetischen Massnahmen einbezogen werden. In jedem Fall ist eine genaue Befunderhebung unerlässlich.

Eine endgültige Immobilisierung geschieht durch definitive Schienung und – falls nötig – durch Verstrebung.

a) Die Schienung

Unter Schienung verstehen wir die feste Verbindung zweier oder mehrerer benachbarter Zähne. Meist werden die Schienen in abnehmbare und feste unterteilt[19,75,88,83]. Da aber die Schiene den Zweck hat, die Zähne ruhigzustellen, ist eine Unterteilung in labile und stabile Schienen sinngemässer.

Die labile Schiene ist nicht absolut fest mit den Zähnen verbunden. Sie schränkt zwar eine oder mehrere Bewegungsmöglichkeiten eines Zahnes ein. Dieser bleibt aber immer noch in mindestens einer Richtung beweglich. Eine fortlaufende Klammer kann so z. B. eine Bewegung in oraler Richtung hemmen, einem vestibulären Ausweichen des Zahnes aber steht sie nicht entgegen. Oder: eine abnehmbare Schiene nach ELBRECHT lässt immer noch eine vertikale Bewegung des einzelnen Zahnes zu. Eine

labile Schiene ist immer abnehmbar. Da sie die Zähne nicht immobilisiert, kann sie wohl als temporäre Massnahme, z.B. zur Schonung der Zähne während einer andern Therapiephase, Verwendung finden; zur absoluten Ruhigstellung ist sie aber nicht geeignet.

Die stabile Schiene ist so fest mit dem Zahn verbunden, dass dieser nach keiner Richtung hin ausweichen kann. Alle vier Bewegungsmöglichkeiten sind mindestens herabgesetzt, im besten Fall sogar ganz aufgehoben. Eine solche Schiene kann abnehmbar (wie z.B. die Teleskopkronenschiene) oder fest sein. Die feste stabile Schienung ist der abnehmbaren vorzuziehen, weil die durch das tägliche Herausnehmen und Wiedereinsetzen bedingten Bewegungsimpulse wegfallen. Unsere Untersuchungen erstrecken sich deshalb auf feste stabile Schienungen.

Nicht immer gelingt es, mit einer stabilen Schienung den Zahn absolut ruhigzustellen. Wohl ist ein solchermassen geschienter Zahn allein nicht mehr zu bewegen, die ganze geschiente Zahngruppe aber kann noch beweglich sein. Eine Schiene immobilisiert nur dann, wenn ihr Polygon de sustentation (nach HELD[23]) gross genug ist. Unter Polygon de sustentation verstehen wir ein Vieleck, das von der Schiene und von der Verbindung ihrer Endanker gebildet wird. Je grösser die von diesem Vieleck begrenzte Fläche ist, desto wahrscheinlicher ist es, dass eine Schienung allein immobilisiert. Die Fläche wird um so grösser, je länger die Schiene ist und je stärker gebogen sie verläuft, d.h. je besser die Schiene in den Ebenen des Raumes verteilt ist. Daraus ist die Forderung abzuleiten, möglichst alle Zähne eines Kiefers mit einer einzigen Schiene zu festigen. Tatsächlich würde eine solche Schiene immobilisieren. Es ist aber einmal technisch nur sehr schwer möglich, eine einzige Schiene für alle Zähne eines Kiefers anzufertigen. Zudem müsste sie bedingt abnehmbar gestaltet werden, damit nicht bei Verlust eines Zahnes der Erfolg der ganzen Schiene in Frage gestellt würde. Vielfach sind auch nur wenige Zähne gelockert, deretwegen nicht alle andern gesunden Zähne miteinbezogen werden müssen, was bei festen Schienen stets mit einer Verstümmelung ihrer natürlichen Kronen verbunden ist. So wird sich die Schienung in den meisten Fällen auf Zahngruppen zu beschränken haben. Eine Schienung der Frontzähne von Eckzahn zu Eckzahn mag dabei noch am ehesten total verfestigen, da das Polygon de sustentation bei einem einigermassen gekrümmt verlaufenden Zahnbogen ausreichend gross wird. Die Schienung einer Seitenzahngruppe, die nicht auf die Zähne der andern Seite weitergeht, lässt dagegen immer eine Gruppenbeweglichkeit bestehen. Wir haben herauszufinden versucht, wie sehr eine solche Schienung den

einzelnen Zahn verfestigt und mit welchen Massnahmen auch noch die Gruppenbeweglichkeit beseitigt werden kann.

Die geradlinige Schienung, wie sie bei den Seitenzahnschienungen zur Anwendung kommt, hebt drei Bewegungsmöglichkeiten des Zahnes auf: die Bewegung in mesio-distaler Richtung, die Vertikalbewegung und die Drehung des Zahnes um seine Achse. Dies ist natürlich nur dann der Fall, wenn die Schiene fest auf dem Zahn zementiert bleibt, das heisst wenn jeder Zahn möglichst ganz von der Schiene umfasst wird[28]. Von den vielen in der Literatur angegebenen Schienen sind diejenigen geeignet, die diese Bedingung erfüllen. Gleichzeitig müssen sie aber auch kosmetisch und hygienisch genügen, und ihre Herstellung darf keine Devitalisation von lebenden Zähnen erfordern. Ausserdem sollen die Schienen die Gewebe nicht weiterschädigen, z. B. dadurch, dass ihre Anker in die Zahnfleischtasche versenkt werden[78, 74, 72, 32, 6, 7, 10].

Vollkronen, Vierfünftelkronen oder Inlays sowie bei devitalisierten Zähnen Stiftkronen dienen am besten als Anker. Im Frontzahngebiet kommen Stiftchenleisteneinlagen, wie sie von JEANNERET angegeben werden, in Frage[29]. Fehlende Zähne werden als Zwischenglieder in die Schiene einbezogen, wodurch diese zur Brücke werden kann.

Die vierte Bewegungsmöglichkeit des Zahnes, die Bewegung in vestibulo-oraler Richtung, wird bei den geschienten Seitenzähnen zwar nicht aufgehoben, sie nimmt aber bei gleicher Belastung beträchtlich ab. So fanden wir bei unsern Patienten eine Abnahme der totalen Zahnbeweglichkeit nach einer geradlinigen Schienung bei einer Krafteinwirkung von 100 g um durchschnittlich 49%, bei 500 g Belastung um 37%. Diese Abnahme kommt einmal daher, dass die vor der Schienung auf den Zahn allein einwirkende Kraft nach der Schienung auf alle mitgeschienten Zähne verteilt wird. Zum zweiten ist die Bewegungsachse des einzelnen Zahnes ein gerader Stab, während die Achse der Zahngruppenbewegung, die sich aus den einzelnen, in verschiedenen horizontalen Ebenen liegenden Achsen der Zähne zusammensetzt, aus einer Art Kurbelwelle besteht. Wären alle Zahnwurzeln gleich lang, so lägen die Achsen aller Zähne bei gleichem periodontalem Zustand auf gleicher horizontaler Ebene, womit die Bewegung der ganzen Zahngruppe wieder wie beim einzelnen Zahn um einen Stab vor sich ginge. Eine Drehung um eine Kurbelwelle als Achse ist aber viel schwerer auszuführen als eine solche um einen Stab (Abb. 1, 2).

Damit die Forderung, die an jede prothetisch-therapeutische Behandlung der Parodontopathien zu stellen ist, nämlich die Immobilisierung der

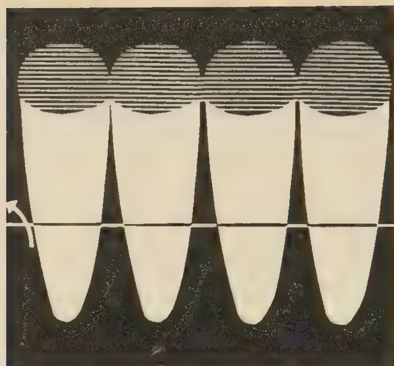


Abb. 1 Die Drehung um einen Stab als Achse

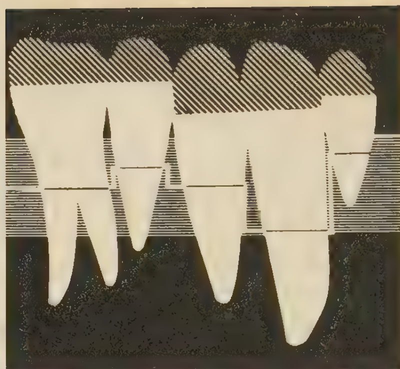


Abb. 2 Die Drehung um eine «Kurbelwelle» als Achse

Zähne, erfüllt werden kann, muss auch diese Zahngruppenbeweglichkeit zum Verschwinden gebracht werden. Dies ist dadurch möglich, dass wir unsere versteifenden Massnahmen durch eine Verstrebung in der horizontalen Ebene des Raumes ergänzen, wodurch die Fläche des Polygon de sustentation gross genug wird.

b) die Verstrebung

Verstreben ist ein Begriff aus der Bautechnik. Wir verstehen darunter eine Überleitung von Kräften auf nicht direkt benachbarte Elemente, wobei die Richtung der Kraft meist geändert wird. In unserem Fall bedeutet also Verstrebung Verbindung von nicht benachbarten Zähnen oder Zahngruppen. So werden die Seitenzahngruppen im Oberkiefer via Gaumen, im Unterkiefer über das Frontzahngebiet mit den Seitenzähnen der Gegenseite verbunden. Die Verstrebung besteht aus einem Edelmetallbügel, der aus hygienischen Gründen abnehmbar gestaltet werden muss. Die ruhigstellende Fähigkeit eines solchen Bügels scheint zunächst nur von seinem Material, seiner Grösse und Form abzuhangen. Deshalb untersuchten wir Phantom-Bügel aus verschiedenen Legierungen und von verschiedenen Ausmassen auf ihre Durchbiegung. Damit sich die Resultate mit den am Patienten gemessenen Werten vergleichen liessen, gebrauchten wir die gleiche Messapparatur (Abb. 3, siehe nächsten Abschnitt). Anstelle der totalen Zahnbeweglichkeit massen wir hier die totale Durchbiegung (= Durchbiegungselastizität) bei einer Krafteinwirkung von 100 g bzw. 500 g in Minuten. Diese Minuten entsprechen der Sechzigereinteilung der Messuhr; multipliziert man sie mit 0,71, so erhält man Hundertstelmillimeter.

Die Kiefer, für die die Phantombügel angefertigt wurden, weisen folgende Ausmasse auf:

nach PONT:	Oberkiefer:	Abstand	4 + 4	: 35 mm
			6 + 6	: 48 mm
	Unterkiefer:	Abstand	4 – 4	: 33 mm
			6 – 6	: 48 mm
Zahnbogenlänge nach KORKHAUS				: 16 mm

Die *Standardbügel* verlaufen im Unterkiefer lingual von der mesialen Fläche von –6 bis zur Mitte von 6–, im Oberkiefer über den Gaumen von der Mitte von +6 zur Mitte von 6 +, und sind von folgender Grösse:

Oberkiefer:	innere Bogenweite:	26 mm
	innere Bogenhöhe:	15 mm
Bei einem elliptischen Bügelquerschnitt von		6×2 mm
Unterkiefer:	innere Bogenweite:	28 mm
	innere Bogenhöhe:	18 mm
Bei einem elliptischen Bügelquerschnitt von		4×2 mm

Gemessen wurden zunächst Bügel aus verschiedenem Material (Tab. I, oberer Teil). Dabei zeigte sich, dass Bügel aus harten Speziallegierungen eine viel kleinere Durchbiegung aufweisen als Goldbügel. Die Durchbiegung dürfte annähernd proportional dem Elastizitätsmodul sein[89, 35]. Daraus folgt, dass Verstrebungsbügel aus besonders unelastischen Materialien, wie Ivorex 3, Protor 3, Ancrofluct, Aurodin 3, Proth-Auro 353 und Resistor 4, bestehen sollen. Resistor 4 erwies sich dabei als besonders widerstandsfähig, weshalb wir es auch für unsere Patientenarbeiten verwendeten.

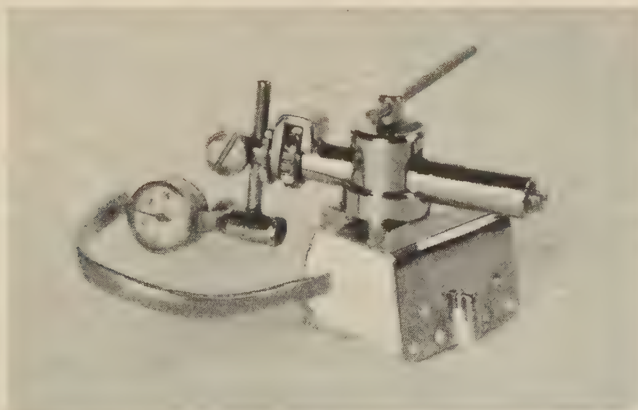


Abb. 3 Die Messung der Bügeldurchbiegung am Phantom

Weiter untersuchten wir am Bügel aus Resistor, welche Einflüsse eine Abnahme des Bügelquerschnittes sowie eine Verkürzung des Bügels auf die Durchbiegung haben (Tab. I, unterer Teil). Es erwies sich, dass die totale Durchbiegung eines nur um einen Millimeter dünneren Bügels um das Vierfache, eines um die Hälfte dünneren um das Zwölffache zunimmt. Die Durchbiegung eines Bügels mit einer um 5 mm geringeren Bogenhöhe nimmt um mehr als ein Viertel ab. Ein Bügel darf also eine gewisse Querschnittsgrösse nicht unterschreiten, wenn er gut verstreben soll. Für den Patienten mag ein Oberkieferbügel von 6×2 mm noch erträglich sein, während der Unterkieferbügel 4×2 mm aufweisen kann. Weiter soll der Bogen des verstrebenden Bügels so flach wie möglich verlaufen.

Tabelle I

Messungen von Bügeln aus verschiedenem Material, von verschiedener Dicke und Grösse am Phantom

Bügel in Standardgrösse, aus verschiedenem Material

		18 Karat unvergütet	*18 Karat vergütet*		*Ivorex 5 vergütet*		*Resistor vergütet*		*Protor vergütet*	
UK	100 g	35′	32′	9%	25′	29%	24′	31%	27′	23%
	500 g	130′	122′	6%	111′	15%	105′	19%	108′	17%
OK	100 g	17′	16′	6%	13′	24%	9′	47%	12′	29%
	500 g	80′	76′	5%	65′	19%	44′	45%	58′	28%

% = Abnahme der Durchbiegung, bezogen auf 18 Karat unvergütet

Bügel aus gleichem Material in verschiedenem Durchmesser und verschiedener Grösse

Bügel aus Resistor

		Standardbügel	*dünnerer Bügel*	*kürzerer Bügel*
UK		Bogenweite 28 mm Bogenhöhe 18 mm		Bogenweite 25 mm Bogenhöhe 13 mm
		∅ 4 mm auf 2 mm	*∅ 3 mm auf 1 mm*	
	100 g	24′	133′ + 454%	16′ — 33%
	500 g	105′		78′ — 25%
OK		Bogenweite 26 mm Bogenhöhe 15 mm		Bogenweite 22 mm Bogenhöhe 10 mm
		∅ 6 mm auf 2 mm	*∅ 3 mm auf 1 mm*	
	100 g	9′	108′ + 1100%	5′ — 44%
	500 g	44′		29′ — 32%

% — Abnahme bzw. Zunahme (+) der Durchbiegung, bezogen auf die Standardbügel
1 Minute = $^{0,71}/_{100}$ mm

Glaubten wir nun, dass ein Bügel die Zähne nicht zu verfestigen imstande ist, wenn seine Durchbiegung die Zahnbeweglichkeit übersteigt, so bewiesen die Messungen am Patienten das Gegenteil. Dies kommt zur Hauptsache daher, dass wir die Phantombügel auf eine reine Durchbiegung untersucht haben. In der ersten Phase der Zahnbewegung, in der sich der Zahn in rein horizontaler Richtung bewegt, wird ein verstrebender Bügel tatsächlich nur durchgebogen (Abb. 4).

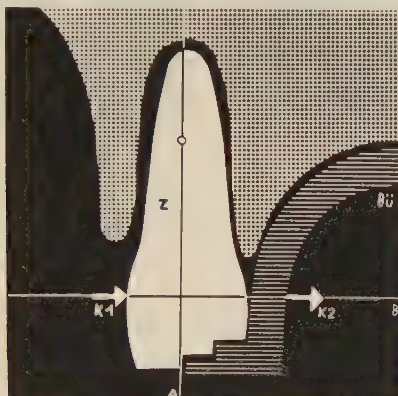


Abb. 4 Erste Phase der Zahnbewegung. Die horizontale Komponente der Bewegungsrichtung überwiegt. Der Bügel erfährt eine Durchbiegung.

Z = Zahn im Kiefer
Bü = Bügel
o = Drehpunkt des Zahnes
A = Achse des unbewegten Zahnes
B = Linie senkrecht auf A
K1 = angreifende Kraft am Zahn
K2 = angreifende Kraft am Bügel

Mit zunehmender Bewegung des Zahnes – sie geht um eine mesiodistale Achse vor sich – tritt aber eine zunehmende vertikale Komponente in der Bewegungsrichtung auf. Damit wird im Bügel des Oberkiefers ein stauchendes, in dem des Unterkiefers ein verdrehendes Moment wirksam. Ist die Verstrebung labil mit der Schienung verbunden, d. h. ist eine Veränderung der Lagebeziehung zwischen Bügel und Schiene möglich, so weicht der Bügel einem Teil dieser stauchenden bzw. verdrehenden Komponente in eine Durchbiegung aus (Abb. 5). Ist der Bügel dagegen stabil mit der Schiene verbunden, so wird die Stauchung voll im Bügel wirksam (Abb. 6). Die stauchenden Komponenten der labilen und stabilen Verstrebungen sind in Abb. 7 nebeneinander aufgezeichnet.

Da ein Bügel aber viel leichter durchgebogen als gestaucht oder verdreht werden kann, ist die immobilisierende Wirkung einer stabilen Ver-

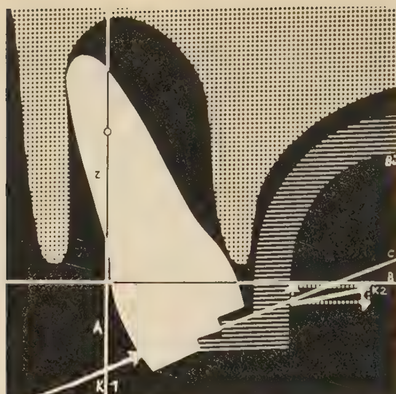


Abb.5 Labile Verstrebung. Bei der fortschreitenden Zahnbewegung wird die vertikale Komponente der Bewegungsrichtung grösser. Damit würde der Bügel eine Stauchung erfahren. Dieser weicht er bei labiler Verstrebung z.T. in eine Durchbiegung aus

C = Linie senkrecht auf Achse des bewegten Zahnes

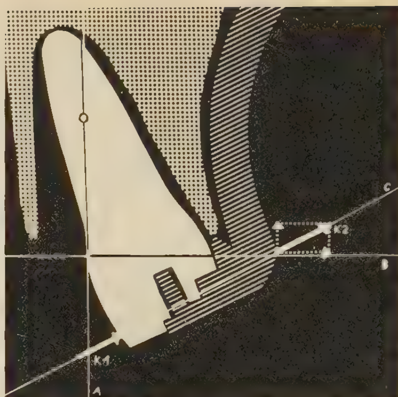


Abb.6 Stabile Verstrebung. Der vertikalen Komponente der fortschreitenden Zahnbewegung kann der Bügel nicht ausweichen. Er wird gestaucht

strebung grösser als die einer labilen. Ein stabil verstrebter Bügel könnte nur noch durch eine Parallelverschiebung des Zahnes durchgebogen werden. Eine Bodily-Bewegung ist aber – wie aus der Kieferorthopädie bekannt ist – nur sehr schwer möglich.

Damit die Zähne, auf welche die Bewegungen der gelockerten Zähne abgeleitet werden, nicht horizontal ausweichen können, müssen auch sie mit der Verstrebung stabil verbunden sein. Nur bei einer beidseits stabilen

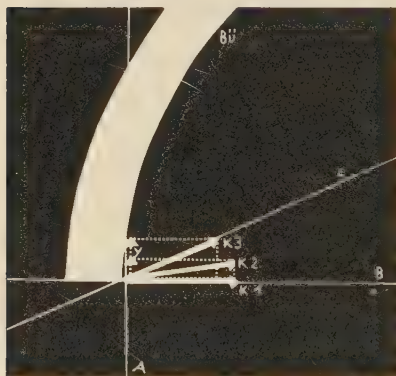


Abb.7 Kräfte, die an den verschiedenen Bügeln angreifen. Von *K1–K3* nimmt die vertikale Komponente y (= Stauchung) zu

K1 = Kraft in der ersten Phase der Zahnbewegung

K2 = Kraft, die am labil verstrebten Bügel angreift

K3 = Kraft, die am stabil verstrebten Bügel angreift

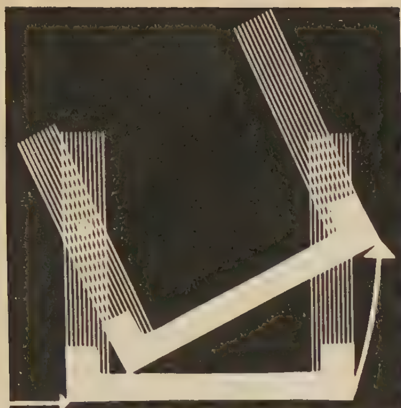


Abb.8 Stabile Verstrebung. Die horizontal angreifende Kraft wird in geänderter Richtung (hauptsächlich in axialer Richtung) auf nicht unmittelbar benachbarte Elemente abgeleitet

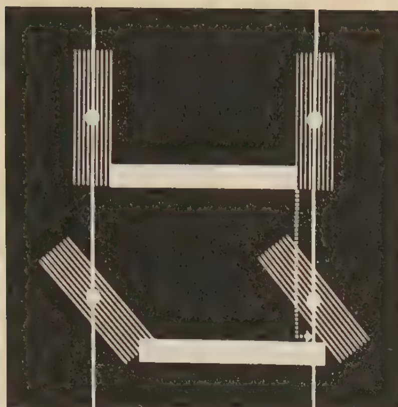


Abb.9 Labile Verstrebung. Die Kraft wird in grösstenteils gleicher Richtung weitergeleitet

Verstrebung wird die zur Immobilisierung herangezogene Zahngruppe in der für sie unschädlichen vertikalen Richtung beansprucht (Abb. 8 und 9).

Damit erlangt die Verstrebung erst die Bedeutung, die ihr definitionsgemäss zukommt, nämlich Kräfte in geänderter Richtung weiterzuleiten. Die Verbindung Bügel–Schiene ist dann stabil, wenn zwischen dem Bügel und der Schiene keine Veränderung ihrer Lagebeziehung eintreten kann. Dies ist dann der Fall, wenn der Bügel in vertikaler Richtung genügend in der Schiene versenkt wird, so dass er eine feste Führung erhält. Als Beispiel diene ein bei einer Patientin zur Anwendung gekommener Bügel (Abb. 10).

Unsere Messungen bestätigten diese Überlegungen voll und ganz. Sie ergeben nämlich, dass die Zahnbeweglichkeit der einzelnen Zähne, die durch die Schienung um 49% bzw. 37% abgenommen hat, bei einer zusätzlichen Verstrebung mit einem dünnen labil verstrebenden Bügel um 62% bzw. 44%, mit einem gleich dünnen stabil verstrebenden Bügel um 76% bzw. 53% und mit einem stabil verstrebenden Bügel von noch erträglicher Dicke um 84% bzw. 65% abnimmt. Die Werte gelten für 100 bzw. 500 g Belastung.

Die Tatsache, dass ein Bügel trotz hoher Durchbiegungselastizität weniger bewegliche Zähne zu verfestigen vermag, ist also hauptsächlich darauf zurückzuführen, dass der Bügel im Munde keine reine Durchbiegung, sondern eine Stauchung bzw. Verdrehung erfährt. Weiterhin wird

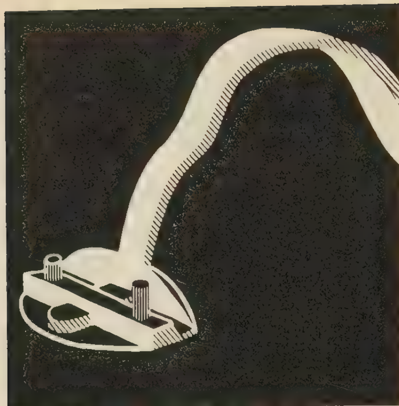


Abb. 10 Der Ankerteil eines stabil verstrebenden Bügels

die einwirkende Kraft am Phantom vom Bügel allein getragen, während im Mund der Widerstand der Zähne summierend dazukommt, wodurch die auf den Bügel wirkende Kraft kleiner wird als die totale angewandte Belastung. Dies erklärt, wieso sehr labil verstrebte Bügel, bei denen kaum eine Stauchung bzw. Verdrehung auftritt, die Zahnbeweglichkeit herabsetzen. Dass auch bei einer stabilen Verstrebung noch kleine, im physiologischen Bereich liegende Zahnbewegungen möglich sind, hat seine Gründe darin, dass die Verbindung Schiene–Bügel nie ganz starr bleibt, weil ja der Bügel vom Patienten abgenommen werden muss. Ausserdem kann aus Raummangel der Bügel oft nicht in genügendem Ausmass vertikal in der Schiene verankert werden, und zudem kann die in der ersten Phase der Zahnbewegung auftretende Durchbiegung durch die Dicke eines Bügels, die vom Patienten noch ertragen werden soll, nicht ganz ausgeschaltet werden. Wegen der Elastizität der Kiefer sind diese minimen Bewegungsmöglichkeiten sogar unerlässlich[30].

IV. Die Zahnbeweglichkeitsmessung

Die Messung der Zahnbeweglichkeit nimmt unter den Methoden, die zur Beurteilung des periodontalen Zustandes dienen, deswegen einen ersten Platz ein, weil exakte Messungen objektive Urteile sind, die miteinander verglichen werden können, was mit den auf rein persönlichen Beurteilungen beruhenden Verfahren nicht möglich ist[16, 69, 81, 61]. Wir gebrauchen hier die Zahnbeweglichkeitsmessung allerdings nur, um festzustellen, wie sehr Schienen und Verstrebungen bewegliche Zähne zu verfestigen vermögen. Rückschlüsse auf periodontale Verhältnisse sollen damit keine gezogen werden.

Zahlreich sind die Verfahren, die zur Bestimmung der Zahnbeweglichkeit angegeben werden[86,12,4,43,39,84,38]. Die beiden genauesten stammen von Zwirner[92,93] und Mühlemann[46,47,49,51,52,59,79,17]. Während der Zwirnersche Kondensatorenoszillograph wegen seiner Kompliziertheit am Patienten noch nicht erprobt werden konnte, liegen vom Periodontometer Mühlemann schon sehr schöne Resultate vor. Es ist das für den Praktiker geeignete Messverfahren.

Das Periodontometer von Mühlemann besteht aus einem partiellen Gipslöffel, einem darauf befestigten Halteapparat und einer Messuhr (für den Seitenzahnbereich wird eine kleine, für die Frontzähne eine grosse Apparatur verwendet). Die Messuhr besteht aus einem feinen Taster, der federnd in Richtung seiner Längsachse beweglich ist. Diese Bewegung wird auf ein kleines Zeigerchen übermittelt, das sie grössenmässig auf einem Zifferblatt angibt. Zur Messung am Patienten wird der Löffel auf einer Zahngruppe, die nicht gemessen werden soll, mit Gips befestigt. Danach wird das Messührchen so an den zu messenden Zahn gebracht, dass das Zeigerchen zwischen seinen Maximalanschlagwerten steht. Der Taster muss dabei senkrecht zur Zahnoberfläche und 2 mm zervikalwärts von der inzisalen Kante oder Fläche in der Mitte des betreffenden Zahnes stehen. Jetzt gibt man vom Vestibulum her mit dem Kraftmesser von Mühlemann auf den Zahn eine dosierte horizontale Kraft und liest den Stand des Ührchens ab (Abb. 11).

Darauf belastet man den Zahn von oral her mit der gleichen Kraft und liest wieder den Zeigerstand ab. Die Differenz der beiden Zahlen ergibt den totalen Kronenausschlag des Zahnes in Minuten (= die totale Zahnbeweglichkeit). Man misst am besten mit einer horizontalen Belastung von 500 g, was einer mittleren Zahnbelastung entspricht. Falls der Zahn sehr stark gelockert ist, erhält man mit 100 g schon genügend grosse Bewegungsausschläge. Die Kraft der Tasteruhr ist minim und zu vernachlässigen. Die Zeit der Krafteinwirkung soll drei Sekunden nicht übersteigen. Durch Eichung der Uhr kann der Umrechnungsfaktor ermittelt werden, mit dem man die Anzahl der Minuten multiplizieren muss, um Hundertstelmillimeter zu erhalten. Er beträgt für die zu unseren Messungen verwendete Uhr 0,71. Will man einwandfreie Resultate erhalten, so sind folgende Punkte zu beachten:

Die Apparatur darf sich im Munde nicht bewegen.

Zunge oder Wangen dürfen weder auf die an der Messung beteiligten Zähne noch auf die Messapparatur einwirken.

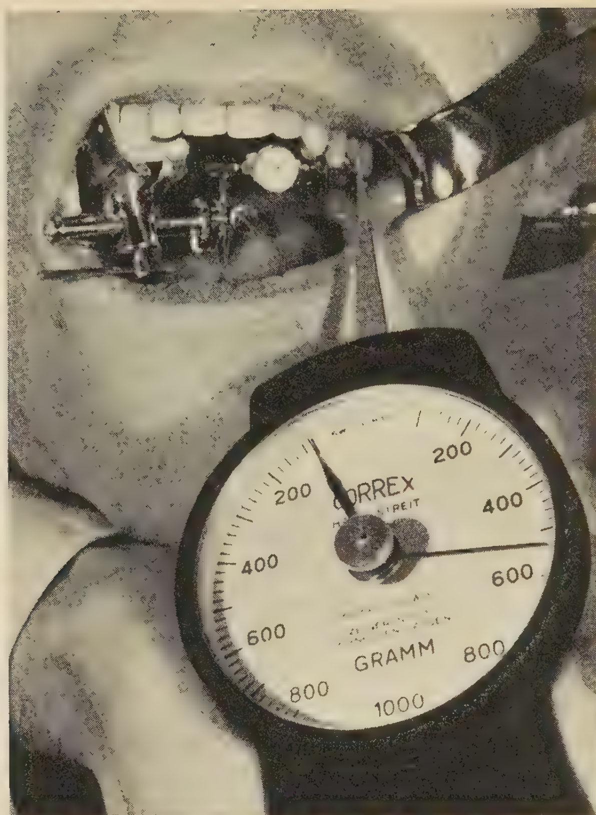


Abb. 11 Die Zahnbeweglichkeitsmessung am Patienten mit Periodontometer und Kraftmesser nach Mühlemann

Die Bewegung eines Zahnes darf nicht durch engen Kontakt mit den Nachbarzähnen gehemmt werden[53].

Die Bewegung des Zahnes muss vorgespurt werden, da ein Zahn nach mehrmaliger Kraftübertragung einen grösseren Kronenausschlag zeigt als bei der ersten Messung.

Der Angriffspunkt des Kraftsmessers am Zahn soll so nah wie möglich neben bzw. gegenüber dem Taster des Ührchens liegen.

Wegen der periodischen Schwankungen, denen die Zahnbeweglichkeit unterliegt, sollen mehrere, zeitlich unterbrochene Vergleichsmessungen am gleichen Zahn zur gleichen Tageszeit vorgenommen werden.

Die sorgfältig zu pflegende Apparatur ist immer wieder auf ihr einwandfreies Funktionieren zu prüfen.

Die Fehlergrösse, die MÜHLEMANN für die kleine Messapparatur mit 12% für zwei getrennte Einzelmessungen angibt, wird durch Erhöhung der Anzahl der Messungen herabgesetzt, und zwar vermindert sie sich in dem Masse, wie sich die Wurzel aus der Anzahl der Versuche vergrössert. Die Fehlergrösse, die bei einer Einzelmessung 12% ausmacht, beträgt also bei vier Messungen noch $\frac{12}{\sqrt{4}} = 6\%$[61]. Die Fehlerquelle ist grösstenteils in der Messapparatur zu suchen. Periodische Schwankungen im Zahnhalteapparat der gemessenen Zähne und die Unmöglichkeit, jedesmal genau am selben Punkt des Zahnes mit der genau gleich einwirkenden Kraft zu messen, sind weitere Ursachen.

V. Messungen von geschienten und verstrebten Zähnen am Patienten

Die Messungen wurden alle mit der kleinen Messapparatur von MÜHLEMANN in der beschriebenen Art und Weise vorgenommen. Wir massen die ungeschienten Zähne vor dem Präparieren, aber nach einer allfälligen Vorbehandlung (Zahnreinigung, Taschencurettage, Einschleifen), die geschienten und mit verschiedenen Bügeln verstrebten Zähne am Ende der Behandlung in einer einzigen Sitzung. Die Zahlen auf den Tabellen geben zunächst den Zahn, dann die Grösse der Krafteinwirkung mit dem Kraftmesser in Grammen, darauf den Totalausschlag der Messuhr in Minuten der Messuhr (= totale Zahnbeweglichkeit), schliesslich die Grösse der Beweglichkeitsabnahme in Prozenten, auf die ungeschienten Zähne bezogen, an. Jeder Beweglichkeitswert eines Zahnes entspricht dem aus vier Einzelmessungen gewonnenen Durchschnitt. Der Messfehler beträgt somit höchstens 6%. Selbst wenn wir die in diesen Bereich fallenden Werte – es sind ganz wenige – in den Totaldurchschnitt miteinbeziehen, liegen alle Totalwerte weit ausserhalb der Fehlergrösse und sind daher signifikant.

Patient Herr H., 66jährig

Befund: Parodontopathia dystrophica im ganzen Gebiss. Lockerung von 7 6 5—.

Schienung: Schiene auf 7 6 5 —. Anker der Schiene: 7 6—: Vollkronen, 5—: $^4/_5$-Krone.

Verstrebung: Eine stabile Verstrebung für später wurde vorgesehen.

Durch die geradlinige Schienung nahm die Zahnbeweglichkeit um rund $^2/_5$ ab.

Tabelle II

Schienung, Herr H.

		Vor Schienung	Nach Schienung	
7 –	100 g	56′	68%	18′
	500 g	73′	56%	32′
6 –	500 g	48′	27%	35′
5 –	100 g	35′	11%	31′
	500 g	58′	22%	45′
Durchschnitt %	100 g		40%	
	500 g		37%	

% = Abnahme der Zahnbeweglichkeit, bezogen auf die ungeschienten Zähne
1 Minute = $^{0,71}/_{100}$ mm

Patientin Frau Mi., 40jährig

Befund: Parodontopathia dystrophica im ganzen Gebiss. Leichte Lokkerungen im Oberkieferrestgebiss. Die Zähne von 4 + bis + 2 sowie ⌐ 4 fehlen.

Schienung: Die beiden noch bestehenden geradlinigen Zahngruppen des Oberkiefers werden geschient. Anker der Schiene: + 7: MO-Inlay, + 6: MOD-Inlay, + 5: Stiftzahn, + 3: Stiftzahn. 7 +: MOD-Inlay, 6 +: Fournierkrone, 5 +: Stiftzahn. Zwischenglied: + 4 (Abb. 12).

Verstrebung: Stabile Verstrebung mit einem relativ dünnen Bügel, an dem absenkbar die fehlenden Frontzähne befestigt sind (Abb. 13, 14).

Der Mechanismus der stabilen Verbindung von Schiene und Bügel zeigt sich hier besonders deutlich. Der dünne und sehr elastische Bügel



Abb. 12 Patientin Frau Mi., die geschienten Zahngruppen des Oberkiefers



Abb. 13 Patientin Frau Mi., stabile Verstrebung mit partiellem Zahnersatz



Abb.14 Patientin Frau Mi., Oberkiefer geschient und verstrebt

nämlich konnte nicht mit der üblichen Kraft von 500 g gemessen werden, da eine bleibende Deformation zu befürchten war. Die Zähne indessen waren so fest, dass nur der Bewegungsausschlag bei 500 g Belastung gemessen wurde. Dieser betrug 37 Minuten, während der mit 100 g belastete Bügel einen Ausschlag von 73 Minuten aufwies. Dennoch kam durch diese stabile Verstrebung eine Bewegungseinschränkung der Zähne um beinahe die Hälfte zustande.

Tabelle III

Verstrebung, Frau Mi.

	Die geschienten Zähne vor der Verstrebung	*Die geschienten Zähne nach der Verstrebung*	
6 + 500 g	36′	56%	16′
5 + 500 g	31′	35%	20′
Durchschnitt %		45,5%	

% = Abnahme der Zahnbeweglichkeit, auf die geschienten Zähne bezogen
Der Bügel allein gemessen auf Durchbiegung: 100 g: 73 Minuten
1 Minute = $^{0,71}/_{100}$ mm

Patientin Frau Me., 35jährig

Befund: Parodontopathia dystrophica im ganzen Gebiss. An 6 5 + 5 6 Parodontopathia mixta (überstehende Füllungen). Starke Lockerung der Oberkieferseitenzähne, leichte Lockerung der Frontzähne des Oberkiefers, minime Lockerungen im Unterkiefer.

Schienung: Die beiden Seitenzahngruppen und die Frontzähne des Oberkiefers werden in zwei Etappen getrennt geschient. Später soll der Unterkiefer in gleicher Weise versorgt werden. Im Verlaufe der Vorbehandlung kam es zur Extraktion von + 6 und 6 +. Anker der Schienen: 7 +: Fournierkrone, 5 +: Stiftkrone, 4 +: $^{4}/_{5}$-Krone. + 7: Fournierkrone, + 5: Stiftkrone, + 4: $^{4}/_{5}$-Krone. Zwischenglieder: +6, 6 + (Abb. 15).

Verstrebung: Stabile Verstrebung (Abb. 16 oben, Abb. 17). Zu Untersuchungszwecken wurden zwei verschieden dicke stabile Bügel sowie eine labile Verstrebung angefertigt, deren Stabilität durch Weglassen der beiden vertikalen Zapfen leicht herabgesetzt war (Abb. 16 unten).

Die stabile Verstrebung setzt die Beweglichkeit der geschienten Zähne wesentlich stärker herab als die labile, obwohl diese allein durch das Weglassen der beiden Zapfen nicht eigentlich als labil zu bezeichnen ist. Daneben spielt die Bügeldicke eine Rolle. Die Durchbiegung des definitiven stabilen Bügels (Querschnitt 6 × 2 mm) ist halb so gross wie die der dünnen stabilen Verstrebung (3 × 1 mm). Im Munde aber verfestigt der dikkere verzapfte Bügel die lockeren Zähne bei weitem nicht doppelt so stark wie der dünne verzapfte.



Abb. 15 Patientin Frau Me., die geschienten Zahngruppen des Oberkiefers



Abb. 16 Patientin Frau Me., Verstrebungen: oben: stabile Verstrebung, unten: labilere Verstrebung (unverzapft)

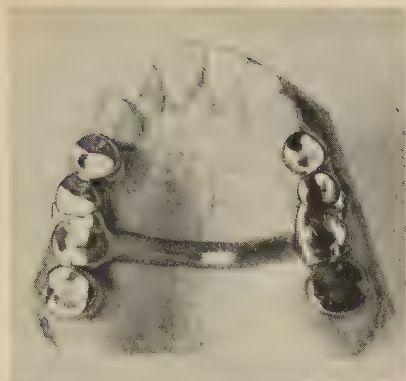


Abb. 17 Patientin Frau Me., Seitenzähne geschient und verstrebt

Tabelle IV

Schienung und Verstrebung, Frau Me.

		A. Zähne ungeschient	*B. Zähne geschient*		*C. Zähne geschient und verstrebt mit normalem Bügel, verzapft (stabile Verstrebung)*		*D. Zähne geschient und verstrebt mit dünnem Bügel verzapft (stabile Verstrebung)*		*E. Zähne geschient und verstrebt mit dünnem Bügel, unverzapft (labile Verstrebung)*	
4+	100 g	45′	11%	40′	76%	11′	67%	15′	36%	29′
	500 g	76′	8%	70′	59%	31′	29%	54′	21%	60′
5+	100 g	33′	18%	27′	70%	10′	48%	17′	33%	23′
	500 g	51′	6%	48′	45%	28′	20%	41′	16%	43′
7+	100 g	28′	11%	25′	79%	6′	61%	11′	50%	14′
	500 g	73′	48%	38′	74%	19′	56%	32′	56%	32′
+4	100 g	23′	13%	20′	57%	10′	57%	10′	17%	19′
	500 g	48′	25%	36′	48%	25′	35%	31′	27%	35′
+5	100 g	25′	12%	22′	76%	6′	72%	7′	68%	8′
	500 g	52′	23%	40′	62%	20′	48%	27′	46%	28′
+7	100 g	30′	40%	18′	83%	5′	70%	9′	73%	8′
	500 g	73′	55%	33′	84%	12′	63%	27′	60%	29′
Durchschnitt %	100 g		18%		74%		63%		46%	
	500 g		28%		62%		42%		37%	

% = Beweglichkeitsabnahme, auf die ungeschienten Zähne bezogen
Die Zahlen bedeuten Minuten der Messapparatur, 1 Minute = $^{0,71}/_{100}$ mm

Tabelle V

Frau Me. — Der Bügel allein gemessen auf Durchbiegung

	Normale Bügel verzapft		*Dünne Bügel verzapft und unverzapft*
100 g	17′	56%	39′
500 g	74′	57%	173′

% = Abnahme der Durchbiegung, bezogen auf die dünnen Bügel
1 Minute = $^{0,71}/_{100}$ mm

Patientin Frl. Ma., 37jährig

Befund: Parodontopathia dystrophica im ganzen Gebiss. Parodontopathia mixta an — 4 6 7. Lockerung von — 4 6 7 wegen Verlusts von — 5.

Schienung: Die linke Seitenzahngruppe des Unterkiefers wird ergänzt und geschient. Die durch den Verlust von 7 — und 8 — gefährdeten 6 — und 5 — werden miteinander verbunden. Schienenanker: — 7, — 6: Fournierkronen, — 4: $^4/_5$-Krone. 6 —: Fournierkrone, 5 —: $^4/_5$-Krone. Zwischenglied: — 5 (Abb. 18).

Verstrebung: Stabile Verstrebung (Abb. 19 oben und Mitte, Abb. 20). Für unsere Untersuchungen stellten wir zwei verschieden dicke stabile Bügel sowie eine labile Verstrebung her, die nur oral den Zahngruppen anlag (Abb. 19 unten).

Die stabile Verstrebung vermindert die Zahnbeweglichkeit um wesentlich mehr als die labile. Die Dicke des Bügels spielt eine kleinere Rolle, obwohl der normale Bügel doppelt so dick ist (4×2 mm) wie der dünne (2×1 mm). Misst man die Bügel allein auf Durchbiegung, so fällt allerdings dieser Unterschied ins Gewicht, da die im Munde auftretende verdrehende Komponente bei der Bügelmessung, die mit rein horizontal einwirkender Kraft vorgenommen wird, fehlt.

Patientin Frau A., 54jährig

Befund: Parodontopathia dystrophica im ganzen Gebiss. Lockerung von 7 5 + wegen Verlusts von 6 4 +.

Schienung: Die rechte Seitenzahngruppe des Oberkiefers wird ergänzt und geschient. Schienenanker: 7 +: Fournierkrone, 5 +: $^4/_5$-Krone, 3 +: Stiftzahn (wegen Disparallelität des Wurzelkanals und der übrigen

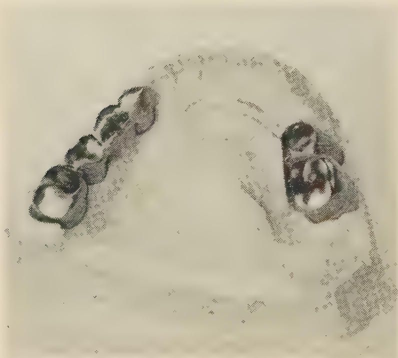


Abb. 18 Patientin Frl. Ma., die geschienten Zahngruppen des Unterkiefers



Abb. 19 Patientin Frl. Ma., Verstrebungen: oben: stabile Verstrebung, linke Verankerung; Mitte: stabile Verstrebung, rechte Verankerung; unten: labile Verstrebung



Abb. 20 Patientin Frl. Ma., Seitenzähne geschient und verstrebt

Tabelle VI

Schienung und Verstrebung, Frl. Ma.

		A. Zähne ungeschient	B. Zähne geschient		C. Zähne geschient und verstrebt mit normalem Bügel, verzapft (stabile Verstrebung)		D. Zähne geschient und verstrebt mit dünnem Bügel verzapft (stabile Verstrebung)		E. Zähne geschient und verstrebt mit dünnem Bügel, unverzapft (labile Verstrebung)	
–7	100 g	40′	73%	11′	95%	2′	88%	5′	78%	9′
	500 g	53′	64%	19′	89%	6′	81%	10′	72%	15′
–6	500 g	38′	55%	17′	74%	10′	68%	12′	63%	14′
–4	500 g	20′	10%	18′	50%	10′	40%	12′	15%	17′
Durchschnitt %	100 g		73%		95%		88%		78%	
	500 g		43%		71%		63%		50%	

% = Bewegungsabnahme, auf die ungeschienten Zähne bezogen

Frl. Ma. Der Bügel allein gemessen auf Durchbiegung:

	normale Bügel verzapft		*dünne Bügel, verzapft und unverzapft*
100 g	34′	70%	114′
500 g	134′		

% = Abnahme der Durchbiegung, bezogen auf die dünnen Bügel
Die Zahlen bedeuten Minuten der Messuhr, 1 Minute = $^{0,71}/_{100}$ mm

Pfeiler wird die Brücke im Stiftzahn verschraubt). Zwischenglieder: 6 +, 4 + (Abb. 21, 22).

Verstrebung: Stabile Verstrebung (Abb. 23, 24). Wegen Platzmangels musste der Ankerteil des Bügels sehr klein gehalten werden.

Obwohl die Durchbiegung des Bügels gross ist, vermag dieser die Gruppenbeweglichkeit der geschienten Zähne um rund 20% herabzusetzen.

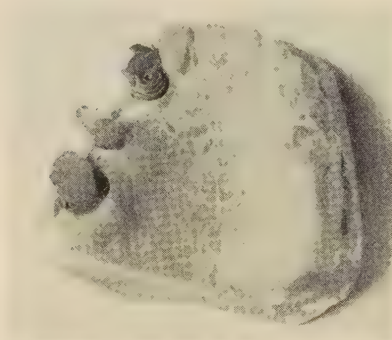


Abb. 21 Patientin Frau A., die Schienenpfeiler des Oberkiefers



Abb. 22 Patientin Frau A., die geschiente Zahngruppe

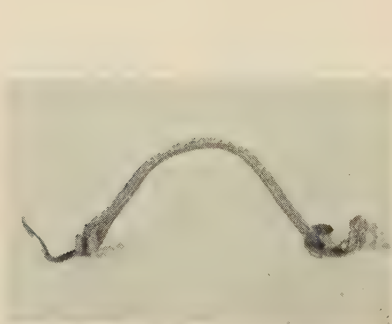


Abb. 23 Patientin Frau A., stabile Verstrebung

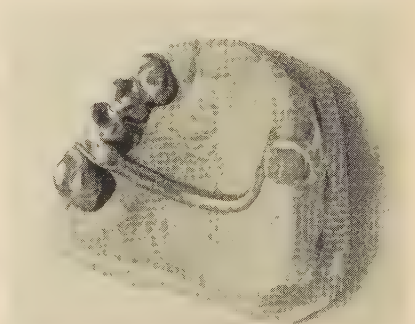


Abb. 24 Patientin Frau A., Seitenzahngruppe geschient und verstrebt

Tabelle VII

Schienung und Verstrebung, Frau A.

		A. Zähne ungeschient	B. Zähne geschient		C. Zähne geschient und stabil verstrebt	
7+	100 g	65′	69%	20′	82%	12′
5+	100 g	53′	62%	20′	81%	10′
	500 g	75′	41%	44′	61%	29′
Durchschnitt %		100 g	66%		82%	
		500 g	41%		61%	

% = Bewegungsabnahme, auf die ungeschienten Zähne bezogen

Der Bügel allein gemessen auf Durchbiegung: 100 g 108′

1 Minute = $^{0,71}/_{100}$ mm

VI. Zusammenfassung

Gelockerte Zähne, deren parodontale Schädigungen ein gewisses Mass überschritten haben, sind nur noch durch eine endgültige absolute Ruhigstellung vor dem Ausfallen zu bewahren. Die Mittel einer solchen Immobilisierung sind Schienung und Verstrebung. Die stabile Schiene setzt im Gegensatz zur labilen alle vier Bewegungsmöglichkeiten eines Zahnes herab. Sie immobilisiert aber nur dann, wenn sie sich auf alle Ebenen des Raumes erstreckt. Eine geradlinige Schienung, wie sie im Seitenzahngebiet zur Anwendung kommen kann, bedarf einer Verstrebung auf die Gegenseite. Die aus hygienischen Gründen abnehmbar zu gestaltende Verstrebung muss ebenfalls stabil mit der Schiene verbunden sein. Nur so wird sie durch die vestibulo-orale Zahnbewegung, die eine mesiodistale Achse besitzt, gestaucht, was bei einer labilen Verstrebung nicht der Fall ist, da sie anstatt gestaucht durchgebogen wird. Die Stauchung ist aber durch Verwendung eines Bügels aus einem besonders unelastischen Material und von einem genügend grossen Querschnitt leichter auszuschalten als eine reine Durchbiegung.

So nahm bei den von uns gemessenen Zähnen, die mit 100 g und 500 g horizontalem Druck belastet wurden, die Beweglichkeit in vestibulooraler Richtung durch eine geradlinige Schienung um 49 bzw. 37%, bei einer zusätzlichen labilen Verstrebung (Bügelquerschnitt für den Oberkiefer 3×1 mm, für den Unterkiefer 2×1 mm) um 62% bzw. 44% ab, während eine stabile Verstrebung von gleichem Bügelquerschnitt eine Abnahme von 76% bzw. 53% und eine stabile Verstrebung von eben noch erträglicher Bügeldicke (für den Oberkiefer 6×2 mm, für den Unterkiefer 4×2 mm) gar eine solche von 84% bzw. 65% zur Folge hatte.

Eine solche stabile Verstrebung, die nicht gestaucht werden kann, leitet die horizontalen Komponenten der den gelockerten Zahn treffenden Kräfte in vertikaler Richtung auf eine andere Zahngruppe ab, womit die Forderung, die wir an eine immobilisierende Verstrebung stellen, erfüllt wird.

Literatur

1. Adler, P.: Die Pathologie der vorzeitigen Zahnlockerung. Dtsch.zahnärztl.Z. *9*, 977 und 1048; 1954.
2. Adler, P.: An Appraisal of Present Scientific Information Concerning Periodontal Disease. – Etiology, Pathology, Prevention and Treatment. J.Amer.dent.Ass. *44*, 617; 1952.
3. Bauer, W.: Über Entstehung, Vorbeugung und Behandlung der Zahnlockerung. Zahnärztl.Rdsch. *41*, 217; 1932.
4. Beyeler, K., und Dreyfuss, J.: Prinzip einer elektro-dynamischen Apparatur zur Messung des Lockerungsgrades der Zähne. Paradentologie, *1*, 113; 1947.
5. Budtz-Jörgensen: Die prothetische Behandlung der Parodontose. Verl. Ejnar, Munksgaard. 3, Kopenhagen 1944.
6. Christin, H.: Die Vor- und Nachteile der verschiedenen Parodontoseschienen. Med.Diss., Düsseldorf 1954.
7. Conod, H.B.: Festsitzende Schienungen. Dtsch.zahnärztl.Z. *12*, 753; 1957.
8. Cross, W.G.: The Importance of Immobilization in Periodontology. Parodontologie *8*, 119; 1954.
9. Egli, A.R.: Histologische Beobachtungen zur Frage der Epitheltiefenwucherung am marginalen Zement. Parodontologie *9*, 105; 1955.
10. Egli, A.R.: Die Lage des Kronenrandes und parodontale Hygiene. Parodontologie 11, 27; 1957.
11. Egli, A.R.: Zur Biostatik der festen und abnehmbaren Schienung. In: Les Parodontopathies (tome III). Librairie de l'Université. Georg & Cie S.A., Genève 1958.
12. Elbrecht, A.: Beitrag zur Bestimmung des Lockerungsgrades der Zähne. Paradent. 7, 138, in Zahnärztl.Rdsch. *48*; 1939.
13. Euler, H.: Die Auffassung von der Parodontoseätiologie im Wandel der Zeit. Dtsch.zahnärztl.Z. *10*, 249; 1955.
14. Fischer, C.-H.: Die Parodontopathien. Berlinische Verlagsanstalt, Berlin 1957.
15. Fish, E.W.: Parodontal Disease. Eyre & Spottiswoode, London 1944.
16. Forsberg, A.: Verschiedene Untersuchungsmethoden zur Beurteilung der Behandlungsergebnisse bei profunden und marginalen Parodontopathien. Svensk Tandläk.-T. *46*, 387; 1953.
17. Franke, G., und Lindemann, F.: Untersuchungen über das Zahnbeweglichkeitsmessgerät nach Mühlemann und dessen Anwendung bei der Kontrolle der lokalen balneotherapeutischen Behandlung. Dtsch.zahnärztl.Z. *12*, 1137; 1957.
18. Gabel, A.: An Analysis of the Mechanics of the Periodontal Membrane. Amer. J.Orth. *31*, 675; 1945.
19. Greve, K.: Paradentosebehandlung durch feste oder abnehmbare Schienen. Dtsch.zahnärztl.Wsch. *41*, 265; 1938.
20. Harndt, E.: Paradentitis und Paradentose. Leitfaden der Zahnbetterkrankungen. Carl Hanser, München 1950.
21. Häupl, K.: Die funktionelle Theorie der chronischen Zahnlockerung. Dtsch.zahnärztl.Wschr. *47*, 33; 1944.

22. Häupl, K.: Zur Histopathologie der chronischen Zahnfleischentzündung und Zahnlockerung. Öst.Z.Stomatol. *52*, 281; 1955.
23. Held, A.-J.: Les paradentoses et leur traitement. Masson & Cie, Paris 1939.
24. Held, A.-J.: The Aetiology of Parodontal Diseases. Int.dent.J. *1*, 75; 1950.
25. Hirt, H.A., and Mühlemann, H.R.: Diagnosis of Bruxism by Means of Tooth Mobility Measurements. Parodontologie *9*, 47; 1955.
26. Hruska, A.: Vererbung und Zahnlockerung. Paradent. *13*, 129 und 145 und 159 in Zahnärztl.Rdsch. *50*; 1941.
27. Hruska, A., und Hruska, J.: Über das Problem der Immobilisierung bei Parodontose. Ost.Z.Stomatol. *52*, 296; 1955.
28. Jeanneret, M.: Les causes du descellement des attelles fixes. Les mouvements paranormaux. Minerva stomatol. (Torino), *2*, 195; 1953.
29. Jeanneret, M.: Schienung gelockerter Zähne nach dem Isodromieverfahren. Dtsch.zahnärztl.Z. *10*, 1507; 1955.
30. Jung, F.: Die Elastizität der Skeletteile des Gebisssystems. Stoma *5*, 74; 1952.
31. Kluczka, J.: Exogene und endogene Faktoren bei der Ätiologie der Parodontose. Zahnärztl.Welt *6*, 104 und 126; 1951.
32. Kluczka, J.: Die Indikation der festen Schienen bei der Parodontosetherapie. Zahntechnik *5*, 145; 1952.
33. Kluczka, J.: Der heutige Stand der Parodontose-Therapie. Zahnärztl.Welt *58*, 605 und 633; 1957.
34. Korkhaus, G.: Über die erbliche Disposition zur Parodontose. Dtsch.zahnärztl.Z. *7*, 441; 1952.
35. Loebich, O.: Über die Elastizität von federnden Dentallegierungen. Dtsch. zahnärztl.Z. *8*, 464; 1953.
36. Lübeck, A.: Der heutige Stand der Paradentosebehandlung. Dtsch.zahnärztl.Z. *1*, 26; 1946.
37. Lübeck, A.: Le traitement fonctionnel des parodontopathies. Parodontologie *8*, 5; 1954.
38. Lundquist, Cl.: Objektiva parodontala registeringsmetoder. III. Elektromagnetisk bestämning av tandmobilitet (Objektive parodontale Registrierungsmethode III. Elektromagnetische Bestimmung der Zahnbeweglichkeit). Odont. Revy *7*, 9; 1956.
39. Manly, R.S., Yurkstas, A., and Reswick, J.B.: An Instrument for Measuring Tooth-Mobility. J.Periodont. *22*, 148; 1951.
40. Mathis, H.: Die sogenannte Parodontose. Urban & Schwarzenberg, Wien 1948.
41. Mathis, H.: Über die Parodontopathien und ihre ursächlichen inneren Beziehungen. Öst.Z.Stomatol. *52*, 285; 1955.
42. McLean, D.W.: Diagnosis and Correction of Pathologic Occlusion. J.Amer.dent. Ass. *29*, 1202; 1942.
43. Miller, S.C.: Textbook of Periodontia, 3rd edition, The Blakiston Co., Philadelphia and Toronto 1950.
44. Morris, M.L.: Reattachment of Periodontal Tissue. Oral Surg. *2* ,1194; 1949.
45. Mosteller, J.H.: The Etiology of Periodontal Disease: a Review of Current Literature. J.Periodont. *21*, 168; 1950.
46. Mühlemann, H.R.: Die Messung der Zahnbeweglichkeit als diagnostisch-prognostisches Hilfsmittel in der Parodontologie. Paradentologie *4*, 110; 1950.
47. Mühlemann, H.R.: Die physiologische und pathologische Zahnbeweglichkeit. Schweiz.Mschr.Zahnheilk. *61*, 1; 1951.
48. Mühlemann, H.R.: L'appréciation du facteur interne en parodontologie. Rev. stomatol.belge *48*, 53; 1951.

49. Mühlemann, H.R.: Periodontometry, a Method for Measuring Tooth Mobility. Oral Surg. *4*, 1220; 1951.
50. Mühlemann, H.R.: Über das Wesen der Parodontose. Schweiz.Mschr.Zahnheilk. *62*, 483; 1952.
51. Mühlemann, H.R.: Die praktische Periodontometrie. (Vortrag, gehalten am intern.Zahnärztekongress in Wien 1951.) Öst.Z.Stomatol. *50*, 101; 1953.
52. Mühlemann, H.R.: Tooth Mobility (I). The Measuring Method. Initial and Secondary Tooth Mobility. J.Periodont. *25*, 22; 1954.
53. Mühlemann, H.R.: Tooth Mobility (II). The Role of Interdental Contact Points and of Activation on Tooth Mobility. J.Periodont. *25*, 125; 1954.
54. Mühlemann, H.R., and Zander, H.A.: Tooth Mobility (III). The Mechanism of Tooth Mobility. J.Periodont. *25*, 128; 1954.
55. Mühlemann, H.R.: Tooth Mobility (IV). Tooth Mobility Changes through Artificial Alterations of the Periodontium. J.Periodont. *25*, 198; 1954.
56. Mühlemann, H.R.: Tooth Mobility (V). Tooth Mobility Changes through Artificial Trauma. J.Periodont. *25*, 202; 1954.
57. Mühlemann, H.R., and Houglam, M.W.: The Determination of the Tooth Rotation Center. OralSurg. *7*, 392; 1954.
58. Mühlemann, H.R., Wartmann, P., und Marthaler, T.H.: Zahnbeweglichkeit, intraalveoläre Wurzellänge, biologischer Faktor. Parodontologie *9*, 24; 1955.
59. Mühlemann, H.R.: Zum Messen der Zahnbeweglichkeit am Lebenden. Zahnärztl.Welt *10*, 407; 1955.
60. Mühlemann, H.R., Herzog, H., and Vogel, A.: Occlusal·Trauma and Tooth-Mobility. Schweiz.Monatsschr.Zahnheilk. *66*, 527; 1956.
61. Mühlemann, H.R. und Fehr, C.: Zur Beurteilung des Parodonts mittels Zahnbeweglichkeitsmessungen. Dtsch.zahnärztl.Z. *11*, 634; 1956.
62. Mühlemann, H.R.: Periodische Phänomene in der Stomatologie. Dtsch.zahnärztl.Z. *11*, 977; 1956.
63. Mühlemann, H.R., Herzog, H., und Rateitschack, K.: Okklusion und Artikulation im Ätiologiekomplex parodontaler Erkrankungen. Parodontologie *11*, 20; 1957.
64. Norberg, O.: Unsere heutige Kenntnis über die Ätiologie, Diagnostik und Klinik der marginalen Parodontopathien. (schwed.). Odontol.T. *58*, 409; 1950.
65. Parma, C.: Der endogene Faktor in der Ätiologie der Parodontosen. Öst.Z. Stomatol. *40*, 113; 1942.
66. Parma, C.: Die Grundbegriffe der Parodontologie. Öst.Z.Stomatol. *51*, 176; 1954.
67. Parma, C.: Zur Funktionsmechanik in der Parodontologie. Öst.Z.Stomatol. *51*, 294; 1954.
68. Probst, R.E., and Mühlemann, H.R.: Determination of Oral Muscle Forces. Dent.Practitioner, *6*, 342; 1956; John Wright & Sons, Ltd., Bristol.
69. Reichborn-Kjennerud, J.: Physiologische und pathologische Beweglichkeit der Zähne. (norweg.). Odontol.T. *62*, 154; 1954.
70. Reichborn-Kjennerud, J.: Funktionell-prothetische Behandlung und Prophylaxe der Zahnlockerung und der Dysgnathien.
in: Häupl: Die Zahn-, Mund-, und Kieferheilkunde, Bd.*4*, 481. Urban & Schwarzenberg, München/Berlin, 1956.
71. *Report of Evaluating Committee II:* Local factors in periodontal disease. J.Amer. dent.Ass. *45*, 16; 1952.
72. Reumuth, E.: Die Schienungsmethoden lockerer Zähne. Zahnärztl.Praxis *2*, 6; 1951.
73. Siegmund, H.: Aktuelle Nomenklaturfragen. Dtsch.zahnärztl.Z. *6*, 222; 1951.
74. Singer, F.: La fissazione dei denti mobili. Riv.ital.Stomatol. *4*, 17; 1949.

75. SORRIN, S.: The Use of Fixed and Removable Splints in the Practice of Periodontia. Oral Surg. *31*, 354; 1945.
76. STÄRKE, W.: Verstrebung. Provisorische und endgültige Schienen. Dtsch.zahnärztl.Wschr. *39*, 1181; 1936.
77. STÄRKE, W.: Die Entlastungsbehandlung der Paradentose. Zahnärztl.Welt *3*, 369; 1948.
78. STRACK, R.: Über die Ruhigstellung paradentotisch erkrankter Zähne durch Befestigungsschienen. Dtsch.zahnärztl.Wschr. *45*, 247 und 273; 1942.
79. SUSSMAN, S.: A New Appliance for Routine Tooth Mobility Measurements. Med. Diss., Zürich 1956.
80. THIELEMANN, K.: Biomechanik der Parodontose. Leipzig 1956.
81. ULMER, E.: Zahnbeweglichkeitsmessungen zur Ergänzung des parodontalen Befundes. Med.Diss., Tübingen 1954.
82. VEST, G.: Über die prothetisch-therapeutische Behandlung des Parodontosegebisses. Zahnärztl.Rdsch. *62*, 628; 1953.
83. VEST, G.: Über die Indikation, Kontraindikation und Differenzialindikation der festen und abnehmbaren Brücken. Zahnärztl.Rdsch. *65*, 255; 1956.
84. VIVONE, R., et ARCONE, L.: Le Parodontodynamomètre. Parodontologie *8*, 25; 1954.
85. WANNENMACHER, E.: Zur Genese, Diagnostik und Prognose der Parodontopathien. Dtsch.Zahn-, Mund- u.Kieferheilk. *27*, 387; 1957.
86. WERNER, V.: Vergleichende Untersuchungen verschiedener Paradentosebehandlungen mittels einer neuen metrischen Methode. Paradent. *14*, 43 und 59 in Zahnärztl.Rdsch. *51*; 1942.
87. WESKI, O.: Die sogenannte Paradentitis. Dtsch.zahnärztl.Z. *4*, 1224; 1949.
88. WESKI, O.: Vom starren Verband zur abnehmbaren Elbrecht-Schiene. Zahnärztl. Welt *7*, 101; 1952.
89. WESTPHAL, O.: Untersuchung über die elastischen Eigenschaften der Klammermetalle und ihre Veränderungen. Zahnärztl.Rdsch. *38*, 889 und 933; 1929.
90. WILLIAMS, C.H.M.: Present Status of Knowledge Concerning the Etiology of Periodontal Disease. Oral Surg. *2*, 729; 1949.
91. ZANDER, H.A., and MÜHLEMANN, H.R.: The Effect of Stresses on the Periodontal Structures. Oral Surg. *9*, 380; 1956.
92. ZWIRNER, E.: Über die Bedeutung einer genauen Kenntnis der Zahnbewegungen für Wissenschaft und Praxis. Dtsch.Zahn-, Mund- u.Kieferheilk. *19*, 297; 1954.
93. ZWIRNER, E.: Zum Messen der Zahnbeweglichkeit am Lebenden. Zahnärztl.Welt *10*, 99; 1955.

Nachwort

An dieser Stelle danke ich Herrn Prof. Dr. A. R. Egli herzlich für die Überlassung des Themas, für die Zuweisung von Patienten zur Behandlung oder zur Messung und für die vielen Anregungen und Ratschläge, die ich jederzeit von ihm entgegennehmen durfte.